



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 2 年 1 0 月 1 1 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 2 - 2 9 9 5 7 2  
Application Number:  
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 2 - 2 9 9 5 7 2 ]

出      願      人                      シャープ株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年    9 月 1 1 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫

出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 7 4 9 2 6

【書類名】 特許願

【整理番号】 02J02337

【提出日】 平成14年10月11日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 F16H 1/00

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

【氏名】 森田 極

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

【氏名】 奥村 好延

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

【氏名】 岡田 知彦

【特許出願人】

【識別番号】 000005049

【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100080034

【弁理士】

【氏名又は名称】 原 謙三

【電話番号】 06-6351-4384

【選任した代理人】

【識別番号】 100113701

【弁理士】

【氏名又は名称】 木島 隆一

**【選任した代理人】****【識別番号】** 100115026**【弁理士】****【氏名又は名称】** 圓谷 徹**【選任した代理人】****【識別番号】** 100116241**【弁理士】****【氏名又は名称】** 金子 一郎**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 003229**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【包括委任状番号】** 0208489**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ギア駆動系設計システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ギア駆動系のギア特性値を設定する設定手段と、  
上記設定手段において設定されているギア特性値に基づき、上記ギア駆動系の最終ギアにおいて発生する振動をシミュレーション計算する計算手段と、  
上記計算手段のシミュレーション計算によって求められた最終ギアにおける振動が許容範囲内のものであるか否かを判定する判定手段と、  
上記判定手段によって最終ギアにおける振動が許容範囲内のものでないと判定された場合に、上記設定手段において設定されているギア特性値を変更する設定変更手段とを備えていることを特徴とするギア駆動系設計システム。

【請求項 2】

上記計算手段は、  
上記設定手段において設定されているギア特性値を用いて、上記ギア駆動系内の所定の振動系の振動運動方程式を作成する方程式作成手段と、  
上記方程式作成手段によって作成された振動運動方程式を解いて、上記振動系の振動周波数および振幅を求める方程式解析手段とからなり、  
上記判定手段は、上記方程式解析手段によって求められた振動周波数および振幅の少なくとも一方が許容範囲内の値である場合に、最終ギアにおける振動が許容範囲内のものであると判定することを特徴とする請求項 1 に記載のギア駆動系設計システム。

【請求項 3】

上記方程式作成手段で用いられる振動系は、ギア駆動系の最終ギアとその駆動ギアとのギア対からなる振動系であることを特徴とする請求項 2 に記載のギア駆動系設計システム。

【請求項 4】

コンピュータを、上記請求項 1 ないし 3 の何れかに記載のギア駆動系設計システムの各手段として機能させるためのプログラム。

**【請求項 5】**

ギア駆動系のギア特性値を設定する設定工程と、

上記設定工程によって設定されたギア特性値に基づき、上記ギア駆動系の最終ギアにおいて発生する振動をシミュレーション計算する計算工程と、

上記計算工程のシミュレーション計算によって求められた最終ギアにおける振動が許容範囲内のものであるか否かを判定する判定工程と、

上記判定工程によって最終ギアにおける振動が許容範囲内のものでないと判定された場合に、上記設定工程において設定されているギア特性値を変更し、再設定させる設定変更工程とを備え、

上記判定工程において、最終ギアにおける振動が許容範囲内のものであると判断されるまで、上記設定変更工程、計算工程、および判定工程を繰り返し実行し、最終ギアにおける振動が許容範囲内のものであると判断された時点で設定されているギア特性値を最適ギア特性として出力することを特徴とするギア駆動系設計方法。

**【請求項 6】**

上記計算工程は、

その時点で設定されているギア特性値を用いて、上記ギア駆動系内の所定の振動系の振動運動方程式を作成する方程式作成工程と、

上記方程式作成工程によって作成された振動運動方程式を解いて、上記振動系の振動周波数および振幅を求める方程式解析工程とからなり、

上記判定工程では、上記方程式解析工程によって求められた振動周波数および振幅の少なくとも一方が許容範囲内の値である場合に、最終ギアにおける振動が許容範囲内のものであると判定されることを特徴とする請求項 4 に記載のギア駆動系設計方法。

**【請求項 7】**

上記方程式作成工程で用いられる振動系は、ギア駆動系の最終ギアとその駆動ギアとのギア対からなる振動系であることを特徴とする請求項 6 に記載のギア駆動系設計方法。

**【発明の詳細な説明】**

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、駆動源において発生する駆動力を駆動対象物に伝達するのに用いられるギア駆動系を設計するためのギア駆動系設計システムに関するものである。

## 【0002】

## 【従来の技術】

駆動源から発生する駆動力を、駆動伝達部材であるギアを介して駆動対象物に伝達し、該駆動対象物を駆動するギア駆動系が様々な種類の装置において用いられている。このようなギア駆動系を用いる装置において、該ギア駆動系の設計は重要なファクターの1つとなっている。

## 【0003】

そして、従来のギア駆動系の設計においては、許容スペース内において所望の減速比やトルク出力等を得るためのギア寸法やギア材質を得ることが主眼とされていた。

## 【0004】

しかしながら、このように設計されたギア駆動系において減速比やトルク出力を適切であったとしても、実際に装置に搭載して実用する段階では該ギア駆動系の最終ギアにおいて振動を生じてしまう虞がある。すなわち、ギアとギアとの組み合わせによっては、回転駆動力の伝達される側のギアにスムーズに回転が伝わらず振動が生じることがある。このような振動現象は、例えばバンディング現象と呼ばれている。

## 【0005】

バンディング現象の一例として、例えば、電子写真方式の画像形成装置における感光体ローラを回転するための駆動部にギア駆動系が用いられた場合、該ギア駆動系においてバンディング現象が生じると、感光体ローラの周速度が不均一となり、帯電ムラ、露光ムラ、現像ムラが発生する。したがって、例えば中間調の印刷において、“ピッチムラ”と呼ばれる印刷のムラが生ずることになる。尚、このような“ピッチムラ”は、用紙搬送系に用いられたギア駆動系においてバンディング現象が発生した場合にも生じる。

**【 0 0 0 6 】**

それ以外にも、例えば、原稿読取り用光学系においてバンディング現象による駆動ムラが発生した場合には、移動する光学ユニットの速度が不均一となり、読取り画像の欠落、ダブりが発生し、原稿に忠実な読取りができなくなる虞がある。

**【 0 0 0 7 】**

また、例えば定着機構の駆動部においてバンディング現象による駆動ムラが発生した場合には、定着ローラの周速度が不均一となり、定着を通過する未定着トナーへの熱の授受に不均一を生じて過定着または定着不良が発生する虞がある。また、これにより印刷の光沢性の不良を生ずる虞もある。

**【 0 0 0 8 】**

以上のように、例えば画像形成装置においてバンディング現象が発生すると印刷品位の低下を招来する。

**【 0 0 0 9 】**

上述のバンディング現象を低減するための構成として、例えば、特許文献 1 には、感光ドラムの駆動系として用いるドラムギアにおいて、図 8 に示すように、ハス歯歯車 1 0 1 ・ 1 0 2 を用いた構成が開示されている。

**【 0 0 1 0 】**

上記特許文献 1 において用いられるハス歯歯車 1 0 1 ・ 1 0 2 は、感光ドラム 1 0 3 に回転軸方向のスラスト力を与え、該感光ドラム 1 0 3 の軸線方向の位置を保持することを目的とするものである。但し、ハス歯歯車を用いたギア駆動系では、平歯車を用いたギア駆動系に比べて歯の当たりが柔らかくなり、その駆動系に生ずるバンディング現象を低減できる。

**【 0 0 1 1 】**

また、特許文献 2 においては、図 9 に示すように、感光体ギア 1 1 1 および感光体連結ギア 1 1 2 のモジュールを小さくするとともに、感光体連結ギア 1 1 3、駆動入力ギア 1 1 4、および駆動出力ギア 1 1 5 のモジュールを大きくすることによって、噛み合わせに起因するジッタ（振動）を低減するようになっている感光体ユニットが開示されている。

## 【 0 0 1 2 】

## 【特許文献 1】

特公平 4 - 4 8 3 9 0 号公報（公開日平成 4 年 8 月 6 日）

## 【 0 0 1 3 】

## 【特許文献 2】

特開 2 0 0 0 - 1 4 7 9 4 8 号公報（公開日平成 1 2 年 5 月 2 6 日）

## 【 0 0 1 4 】

## 【発明が解決しようとする課題】

ところが、上記従来構成では、以下に示すような問題が生じる。

## 【 0 0 1 5 】

すなわち、上記特許文献 1 および特許文献 2 の構成では、何れも、ギア駆動系の振動を所望の程度にまで低減するために、設計者の経験・ノウハウが必要であり、かつ最適な設計条件が求まるまでに幾分かの試行錯誤が必要となるため、設計効率が低下するという問題がある。

## 【 0 0 1 6 】

例えば、特許文献 1 に示すように、ハス歯歯車を用いることによって振動が低減できるとしても、例えば歯数をどの程度にすれば振動を最も少なくできるかといった特性については、装置ごとに設計者が経験・ノウハウに応じて決めることになる。

## 【 0 0 1 7 】

また、特許文献 1 の構成では、ハス歯歯車を用いることによって、かえって駆動のための負荷を増大させてしまい、消費電力を増大させてしまうといった問題もある。すなわち、低消費電力化も含めた駆動系全体の特性を最適化することが困難である。

## 【 0 0 1 8 】

さらに、特許文献 1 におけるハス歯歯車や特許文献 2 におけるモジュールの小さなギアは、ギア駆動系の最終段にのみ用いられる。しかしながら、この場合、ギアの減速比を調整する以外の目的、すなわち最終段におけるギアの種類を変えろといった目的のためにギア段を変える必要が生じ、装置の小型化を図る場合に



不利となるといった問題もある。

#### 【0019】

本発明は、上記の問題点を解決するためになされたもので、その目的は、振動の発生が抑制されたギア駆動系の設計を可能とする設計システムを提供することにある。

#### 【0020】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明のギア駆動系設計システムは、上記の課題を解決するために、ギア駆動系のギア特性値を設定する設定手段と、上記設定手段において設定されているギア特性値に基づき、上記ギア駆動系の最終ギアにおいて発生する振動をシミュレーション計算する計算手段と、上記計算手段のシミュレーション計算によって求められた最終ギアにおける振動が許容範囲内のものであるか否かを判定する判定手段と、上記判定手段によって最終ギアにおける振動が許容範囲内のものでないと判定された場合に、上記設定手段において設定されているギア特性値を変更する設定変更手段とを備えていることを特徴としている。

#### 【0021】

上記の構成によれば、上記ギア設定手段において設定されるギア特性値は、そのギア駆動系における振動防止が考慮されているものではなく、上記ギア駆動系設計システムは、このギア特性値を振動防止の考慮されたものに修正することができる。

#### 【0022】

すなわち、上記計算手段では、その時点で上記設定手段において設定されているギア特性値に基づき、上記ギア駆動系の最終ギアにおいて発生する振動がシミュレーション計算される。このシミュレーション結果より、上記判定手段においては、最終ギアにおける振動が許容範囲内のものであるか否かが判定される。

#### 【0023】

そして、最終ギアにおける振動が許容範囲内のものであれば、その時点で上記設定手段において設定されているギア特性値が振動防止の考慮された最適ギア特性として出力可能となるが、最終ギアにおける振動が許容範囲内でなければ、上

記設定変更手段によって設定手段において設定されているギア特性値が変更される。

#### 【 0 0 2 4 】

こうして、上記判定手段において最終ギアにおける振動が許容範囲内のものであると判断されるまで、上記設定変更手段、計算手段、および判定手段における処理を繰り返し実行し、最終ギアにおける振動が許容範囲内のものであると判断された時点で上記設定手段にて設定されているギア特性値を最適ギア特性として出力することで、振動防止の考慮されたギア駆動系を設計することができる。

#### 【 0 0 2 5 】

このギア駆動系設計システムにおいて設計されたギア駆動系においては、該ギア駆動系を構成する各ギアにおいて、ハス歯歯車やモジュールの小さな歯車を用いることなく振動の発生を抑制することができる。

#### 【 0 0 2 6 】

また、上記ギア駆動系設計システムにおいては、上記計算手段は、上記設定手段において設定されているギア特性値を用いて、上記ギア駆動系内の所定の振動系の振動運動方程式を作成する方程式作成手段と、上記方程式作成手段によって作成された振動運動方程式を解いて、上記振動系の振動周波数および振幅を求める方程式解析手段とからなり、上記判定手段は、上記方程式解析手段によって求められた振動周波数および振幅の少なくとも一方が許容範囲内の値である場合に、最終ギアにおける振動が許容範囲内のものであると判定する構成とすることが好ましい。

#### 【 0 0 2 7 】

上記の構成によれば、上記計算手段では、上記設定手段において設定されているギア特性値を用いて、上記ギア駆動系内の所定の振動系の振動運動方程式が作成され、その振動運動方程式は方程式解析手段によって解かれ、上記振動系の振動周波数および振幅が求められる。これにより、上記振動系の振動における特徴的な振動周波数を容易に把握することができる。

#### 【 0 0 2 8 】

また、上記判定手段は、上記方程式解析手段によって求められた振動周波数お

よび振幅の少なくとも一方が許容範囲内の値である場合に、最終ギアにおける振動が許容範囲内のものであると判定し、これによって、該判定手段における判定処理を容易に行うことができる。

#### 【0029】

また、上記ギア駆動系設計システムにおいては、上記方程式作成手段で用いられる振動系は、ギア駆動系の最終ギアとその駆動ギアとのギア対からなる振動系であることが好ましい。

#### 【0030】

上記の構成によれば、上記設定変更手段、計算手段、および判定手段における処理は最終ギアとその駆動ギアとのギア対のみに対して行われるため、設定すべきギア特性値を減らせるとともに、計算を簡略化できる。また、ギア駆動系において発生する振動は、最終ギアとその駆動ギアとのギア対のみに対して振動防止を考慮すればほぼ抑制することが可能であり、これにより効率的な設計が可能となる。

#### 【0031】

本発明のギア駆動系設計方法は、上記の課題を解決するためにギア駆動系のギア特性値を設定する設定工程と、上記設定工程によって設定されたギア特性値に基づき、上記ギア駆動系の最終ギアにおいて発生する振動をシミュレーション計算する計算工程と、上記計算工程のシミュレーション計算によって求められた最終ギアにおける振動が許容範囲内のものであるか否かを判定する判定工程と、上記判定工程によって最終ギアにおける振動が許容範囲内のものでないと判定された場合に、上記設定工程において設定されているギア特性値を変更し、再設定させる設定変更工程とを備え、上記判定工程において、最終ギアにおける振動が許容範囲内のものであると判断されるまで、上記設定変更工程、計算工程、および判定工程を繰り返し実行し、最終ギアにおける振動が許容範囲内のものであると判断された時点で設定されているギア特性値を最適ギア特性として出力することを特徴としている。

#### 【0032】

上記の構成によれば、上記ギア駆動系設計システムと同様に、ギア駆動系を構

成する各ギアにおいて、ハス歯歯車やモジュールの小さな歯車を用いることなく、振動防止の考慮されたギア駆動系を設計することができる。

### 【0033】

#### 【発明の実施の形態】

本発明の実施の一形態について図1ないし図7に基づいて説明すれば、以下の通りである。まず、本発明のギア駆動系設計システムにおける設計対象となるギア駆動系を用いた装置の例として、画像形成装置を例示する。

### 【0034】

ここで例示する画像形成装置（カラー画像形成装置）は、記録用紙等の記録材の搬送方向に沿って画像形成ユニットを並列配置してなるタンデム型の構成である。そして、上記カラー画像形成装置は、一つの画像形成ユニットのみで画像形成を行う単色画像形成モードと、複数の画像形成ユニットで画像形成を行う多色画像形成モードとが切り換え可能となっている。また、記録材が転写担持体上に存在する間に、単色画像形成モードから多色画像形成モードへの切り換えを開始するようになっている。

### 【0035】

具体的には、上記カラー画像形成装置は、図2に示すように、画像形成部1に対して、原稿台に載置された原稿を押さえる両面自動原稿送り装置3、等を備えて構成されている。

両面自動原稿送り装置3は、画像読取部4の原稿台41上において、原稿の一方の面が画像読取部4に対向するように原稿を搬送し、画像読取部4において原稿の画像を読み取らせるものである。両面自動原稿送り装置3は、原稿の一方の面の読み取りが終了した後に原稿を反転させ、再度、他方の面を読み取るように原稿を搬送することも可能である。そして、一枚の原稿について片面または両面の画像を読み取った後は、この原稿を排出し、次の原稿の両面を読み取るための上記動作を繰り返す。

### 【0036】

画像読取部4は、原稿画像を読み取るために両面自動原稿送り装置3の下方に配置され、原稿台41、第1走査ユニット42、第2走査ユニット43、結像レ

ンズ 44、光電変換素子 45 等よりなる。

#### 【0037】

第1走査ユニット42は、原稿が載置される原稿台41に対向する位置に移動自在に支持されており、原稿台41を介して原稿に光を照射する不図示の光源と、原稿からの反射光を第2走査ユニット43へ導くミラーとを有している。また、原稿台の下面に対して一定の距離を保ちながら所定の速度で平行に往復運動する。

#### 【0038】

第2走査ユニット43は2枚のミラーを有しており、第1走査ユニット42と同方向に一定の速度を保って平行に往復移動する。これらのミラーの一方は第1走査ユニット42のミラーに対向しており、他方は結像レンズ44に対向している。

#### 【0039】

また、結像レンズ44は第2走査ユニット43のミラーにより偏向された原稿からの反射光像を縮小させ、光電変換素子45上に像を結像させる。光電変換素子45は、結像レンズ44を挟んで第2走査ユニット43に対向する位置に配置されており、上記結像された光像を光電変換して電気信号として出力する。尚、光電変換素子45により電気信号に変換された原稿画像情報は、不図示の画像処理部に転送されて画像データ処理がなされる。

#### 【0040】

画像形成部1は、4つの画像形成ユニットPa～Pdを備えており、画像形成ユニットPaは、感光体ドラム11、帯電器12、レーザビームスキャナ部13、現像装置14、転写用放電器15、クリーニング装置16を有する。これら帯電器12、現像装置14、転写用放電器15、クリーニング装置16は、感光体ドラム11の周りに配置される。また、他の画像形成ユニットPb～Pdについても、画像形成ユニットPaと同様の構成となっている。

#### 【0041】

各画像形成ユニットPa～Pdにおいては、感光体ドラム11の表面が帯電機2によって均一された後、感光体ドラムの上方に設けられたレーザビームスキャ

ナ部 13 によって静電潜像の書き込みが行われる。レーザビームスキャナ部 13 は、画像データに応じて変調されたドット光を発する不図示の半導体レーザ素子、該半導体レーザ素子からのレーザビームを主走査方向に偏向させるための偏向装置、偏向装置により偏向されたレーザビームを感光体ドラムの表面に結像させるためのレンズ、ミラー等よりなる。

#### 【0042】

この時、画像形成ユニット P a におけるレーザビームスキャナ部 13 はカラー原稿画像の黒色成分像に対応する画素信号が入力される。また、各画像形成ユニット P c ~ P d におけるレーザビームスキャナ部 13 には、それぞれ、シアン、マゼンタ、イエローの各色成分像に対応する画素信号が入力される。これにより、色変換された原稿画像情報に対応する静電潜像が各画像形成ユニット P a ~ P d における感光体ドラム 11 上に形成される。

#### 【0043】

現像装置 14 は感光体ドラム 11 上に形成された静電潜像を現像し、転写用放電器 15 は現像された感光体ドラム 11 上のトナー像を記録材に転写する。また、クリーニング装置 16 は、感光体ドラム 11 上に残留するトナーを除去する。

#### 【0044】

また、各画像形成ユニット P a ~ P d における現像装置 14 には、それぞれ、黒、シアン、マゼンタ、イエローの各色のトナーが収容されており、各感光体ドラム 11 上の静電潜像は、これら各色のトナーにより現像される。これにより、色変換された原稿画像情報が各色のトナー像として再現される。

#### 【0045】

画像形成部 1 内の下方には給紙機構 17 が配置され、用紙トレイ 18 内に積載収容されている記録材を一枚ずつ分離供給する。レジストローラ 19 は、給紙機構 17 により分離供給された記録材の画像形成ユニット P a ~ P d への搬送タイミングを制御する。

#### 【0046】

画像形成ユニット P a ~ P d の下方には搬送転写ベルト機構 20 が配置され、該搬送転写ベルト機構 20 は、駆動ローラ 21、従動ローラ 22、転写搬送ベル

ト 2 3、記録材吸着用帯電器 2 4、除電器（図示せず）等で構成されている。搬送転写ベルト機構 2 0 は、供給された記録材を転写搬送ベルト 2 3 に静電吸着させ搬送する。転写搬送ベルト 2 3 は、駆動ローラ 2 1 によって、図 2 における矢印 A で示す方向に摩擦駆動される。

#### 【 0 0 4 7 】

記録材吸着用帯電器 2 4 は、転写搬送ベルト 2 3 の表面を帯電させ、レジストローラ 1 9 から排出された記録材を転写搬送ベルト 2 3 に吸着させて、搬送時のベルトと記録材の位置ズレをなくす。除電器には、各画像形成ユニット P a ~ P d で画像形成され排出された記録材を転写搬送ベルト 2 3 から分離するための交流電流が印加される。

#### 【 0 0 4 8 】

定着装置 2 5 は、搬送転写ベルト機構 2 0 を挟んでレジストローラ 1 9 と相対し、記録材に転写形成された像を記録材に定着させる。この定着装置 2 5 の定着ローラ間におけるニップ部を通過した記録材は、搬送ガイド 2 6 を経て、排出口ローラ 2 7 により画像形成部 1 の外壁に設置されている排紙トレイ 2 8 上に排出される。

#### 【 0 0 4 9 】

上記構成のカラー画像形成装置においては、記録材としてカットシート状の紙が使用される。この記録材は、給紙機構 1 7 の給紙搬送経路のガイド内に供給されると、記録材の先端部分が不図示のセンサにて検知され、このセンサから出力される検知信号に基づきレジストローラ 1 9 により一旦停止する。そして記録材は、画像形成ユニット P a ~ P d とタイミングをとって回転している転写搬送ベルト 2 3 上に送られる。このとき転写搬送ベルト 2 3 は帯電器 2 4 により帯電しているので記録材は各画像形成ユニット P a ~ P d を通過する間、安定して搬送される。

#### 【 0 0 5 0 】

各画像形成ユニット P a ~ P d においては、各色のトナー像が形成され、転写搬送ベルト 2 3 により静電吸着されて搬送されている記録材に重ね合わされる。転写が完了すると、記録材は先端部分から順次、除電器により転写搬送ベルト 2

3 上から剥離され、定着装置 2 5 に導かれたのち、排出トレイ 2 8 上に排出される。

#### 【 0 0 5 1 】

尚、上記構成のカラー画像形成装置において、光電変換素子 4 5 は、C C D ラインセンサであり、結像された光像を順次光電変換して電気信号として出力する。C C D ライセンサは、白黒画像あるいはカラー画像を読み取り R（赤）G（緑）B（青）の各色成分に分解したラインデータを出力することのできる 3 ラインのカラー C C D である。

#### 【 0 0 5 2 】

また、両面自動原稿送り装置 3 は、片面自動原稿送り装置でもよい。さらに、各画像形成ユニット P a ～ P d におけるレーザビームスキャナ部 1 3 の代わりに、発光体ダイオードアレイと結像レンズアレイとからなる光学系（L E D ヘッド）を用いて感光体への光書き込みを行ってもよい。L E D ヘッドはレーザスキャナ部に比べ、サイズも小さく、可動部がなく無音であり、複数個の光書き込みユニットを必要とするタンデム方式の電子写真画像形成装置に対して有用である。

#### 【 0 0 5 3 】

上述のようなカラー画像形成装置においては、感光体ドラム 1 1 の回転や各種搬送ローラの回転駆動において、駆動源であるモータの出力を駆動対象物である感光体ドラム 1 1 や各種搬送ローラに伝達するためにギア駆動系が用いられる。

#### 【 0 0 5 4 】

そして、これらのギア駆動系を本発明に係るギア駆動系設計方法を用いて製造することで、ギア駆動系における振動現象を低減し、品質の高い画像印刷を行うことができる。

#### 【 0 0 5 5 】

例えば、画像形成部 1 における感光体ドラム 1 1 を回転するための駆動部にギア駆動系を用いる場合、該ギア駆動系を本発明のギア駆動系設計方法を適用して設計することにより、製造されたギア駆動系では振動による感光体ドラム 1 1 の周速度の不均一性が抑制され、帯電ムラ、露光ムラ、現像ムラを大幅に低減することが可能となる。したがって、例えば中間調の印刷において、“ピッチムラ”



と呼ばれる印刷のムラが回避できる。

#### 【0056】

これより、本発明に係るギア駆動系設計方法を適用したギア駆動系設計システムについて説明する。

#### 【0057】

上記ギア駆動系設計システムは、図1に示すように、入力装置51、表示装置52、およびコンピュータにて具備される演算装置53によって構成されている。また、上記入力装置51、出力装置52、および演算装置53は、一体のコンピュータにて構成されるものであってもよく、あるいは、ギア駆動系設計システムに対して外部接続されるものであってもよい。上記ギア駆動系設計システムの演算結果は設計条件として製造装置61に出力され、該製造装置61ではその設計条件に基づいてギア駆動系の製造が行われる。

#### 【0058】

入力装置51は、演算装置53にデータを入力するためのものである。出力装置52は、例えば演算装置53によって計算された結果を表示や印字等の手段によって出力するためのものである。

#### 【0059】

演算装置53は、特性設定手段54と計算手段55と特性変更手段56とを備えている。この特性設定手段54、計算手段55および特性変更手段56は、コンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータが読み取ることによって実現される機能である。

#### 【0060】

特性設定手段54は、設計対象となるギア駆動系において、該ギア駆動系を構成する各ギアの特性を設定するものである。

#### 【0061】

ここで、特性設定手段54にて設定されるギアの特性とは、入力装置51からの入力によって設定される特性（以下、初期設定特性）として、入力ギアと最終ギアとの許容ピッチ距離範囲、最終ギアにおける減速比の許容範囲、最終ギアにおける出力トルク、入力ギアの回転数およびモジュール、減速段数等を含み、さ

らに、計算手段 5 5 での計算結果により設定される特性（以下、設計条件特性）として、最終ギアの回転数、各ギアの歯数、歯幅、歯の強度、歯の材質、歯の耐久性、およびギアを保持するシャフトの径、長さ、支持方法等を含む。尚、上記入力ギアとは駆動源の出力をギア駆動系に対して最初に伝達するためのギアであり、最終ギアとはギア駆動系を伝達されてきた駆動力を駆動対象物に対して最終的に出力するギアである。

#### 【 0 0 6 2 】

計算手段 5 5 は、特性設定手段 5 4 にて設定された初期設定特性に基づいて、比較手段 5 6 および特性変更手段 5 7 との関連した動作により、最適なギア条件となる設計条件特性を計算する。

#### 【 0 0 6 3 】

すなわち、上記計算手段 5 5 において計算された設計条件特性は、比較手段 5 6 によって上記初期設定特性を満たすものであるか否かが検出され、これが満たさないものであった場合、特性変更手段 5 7 は、計算手段 5 5 の出力に応じて特性設定手段において設定されている特性を変更する。そして、計算手段 5 5 において計算された設計条件特性が初期設定特性を満たすまで上記処理を繰り返すことにより、最適なギア特性が求められる。

#### 【 0 0 6 4 】

続いて、上記ギア駆動系設計システムの演算装置 5 3 における演算処理動作を図 3 のフローチャートを参照して説明する。

#### 【 0 0 6 5 】

ここで、本実施の形態における演算装置 5 3 の演算処理は、大別して 2 つの演算処理に分けることができる。まず、図 3 に示す S 1 ～ S 7 の各工程は、駆動系の各ギアを順次設計する演算処理（各ギアの設計工程）である。一方、S 8 ～ S 1 4 に示す各工程は、最終ギアと駆動ギアとの振動を抑制するための最適なギア特性の値を求めるための演算処理（振動防止用最適ギア特性の算出工程）である。

#### 【 0 0 6 6 】

S 1 においては、入力装置 5 1 から特性設定手段 5 4 に対して、本ギア駆動系

設計システムにおいて設計しようとするギア駆動系の初期設定特性が入力される。ここで入力される初期設定特性は、例えば入力ギアの回転数およびモジュール、入力ギアと最終ギアとの許容ピッチ距離範囲、最終ギアにおける減速比の許容範囲、最終ギアにおける出力トルク、減速段数等である。

#### 【0067】

S2においては、ギア駆動系を構成する各ギアについて、入力ギアに接続される側のギアから、順次、所望のギア特性を算出する。尚、この算出は計算手段55によって行われる。また、この工程は、最終ギアのギア特性が決定されている場合、最終ギアから上流側のギアに向かって計算していくために駆動系の最終ギアにおいて必要な出力特性を入力するものであってもよい。

#### 【0068】

S3においては、上記S2にて算出された最終ギアのギア特性より、計算手段55において最終ギアにおける減速比が算出され、さらに比較手段56においてこの減速比が許容範囲内に入っているか否かが判定される。許容減速比内に入っていない場合には、S2に戻ってギア特性の算出がやり直される。

#### 【0069】

最終ギアにおける減速比が許容減速比内である場合、S4において、上記S2にて算出された最終ギアのギア特性より、計算手段55において入力ギアと最終ギアとのピッチ距離が算出され、さらに比較手段56においてこのピッチ距離が許容範囲内に入っているか否かが判定される。許容ピッチ距離内に入っていない場合には、S2に戻ってギア特性の算出がやり直される。

#### 【0070】

尚、上記S3およびS4の何れかにおいてNOとなり、S2でのギア特性の算出がやり直される場合、特性変更手段57は、上記算出をやり直す前に、特性設定手段54においてその時点で設定されているギア特性の何れかに変更を加える。このギア特性の変更処理は、変更後の算出結果が適切な結果に近づくように（S3またはS4において許容範囲内に収まっていなかった減速比もしくはピッチ距離が許容範囲内の値に近づくように）所定のプログラムに沿って実行される。

#### 【0071】

S4においてYESとなった場合、S5においては、S2にて最終的に算出されたギア特性に応じて、各ギアの歯の強度・耐久性が算出される。また、続くS6では、各ギアにおいて使用可能な最大軸径が算出される。これらの算出は何れも計算手段55において行われる。

#### 【0072】

S7においては、初期設定特性として入力された入力ギアにおけるギア特性と、S2において算出された各ギアのギア特性とから、ギア駆動系を構成する各ギアの配列が決定される。こうして配列が決定されたギア駆動系における各ギアのギア特性は、この時点で出力装置52に出力することも可能である。

#### 【0073】

上記S1～S7の演算処理は、上述のように、ギア駆動系におけるギア配列および各ギアのギア特性を算出する設計工程であるが、この設計工程については、既に確立された公知の手法が存在する。そして、本発明のギア駆動系設計システムにおける各ギアの設計工程では、このような公知の演算手法を用いることが可能である。

#### 【0074】

但し、上記公知の手法によって設計されるギア駆動系においては、実際の駆動時に発生する振動を低減することについては一切考慮されていない。したがって、この設計結果を用いてギア駆動系を製造すると、そのギア駆動系を用いた装置において振動の問題が生じるおそれがある。

#### 【0075】

このため、本実施の形態に係るギア駆動系設計システムでは、各ギアの設計工程における出力結果に対し、さらに、振動防止用最適ギア特性の算出工程における演算処理によって振動を防止することが考慮された最適ギア特性を求めるものである。

#### 【0076】

尚、振動防止用最適ギア特性の算出工程は入力ギアから最終ギアまでの全てのギアに対して行うことも可能であるが、駆動対象物において発生する振動は最終段ギア対（最終ギアとその駆動ギア）において振動防止を考慮するのみでは抑

制することが可能である。したがって、振動防止用最適ギア特性の算出工程では、最終段ギア対においてのみ計算を行うことが効率的であり、本実施の形態に係るギア駆動系設計システムにおいても以下の S 8 ～ S 1 4 の処理は最終段ギア対においてのみ演算されるものとする。

#### 【 0 0 7 7 】

振動防止用最適ギア特性の算出工程では、S 8 において、上記各ギアの設計工程において得られた各ギアのギア特性のうち、最終段ギア対のギア特性を抽出する。ここで抽出されるギア特性は、S 1 0 における振動運動方程式をたてるのに必要な数値であり、抽出されたギア特性は特性設定手段 5 4 において初期入力特性として設定される。ここで抽出されるギア特性は、例えば、歯数、モジュール、捩れ角、圧力角、歯幅である。

#### 【 0 0 7 8 】

S 9 においては、後述する振動運動方程式に用いる各乗数の計算が行われる。尚、上記各乗数とは、例えば最終ギアおよびその駆動ギアのそれぞれにおけるギア質量、慣性モーメント、およびバネ定数である。上記ギア質量および慣性モーメントは、S 8 にて抽出された上記ギア特性から特定できるギア形状およびギア材質によって、周知の物理公式によって算出できる。また、軸のバネ定数は、材料力学のたわみの公式より、ある荷重をかけた時のたわみ量より算出できる。ギアの歯と歯に働くバネ定数は、時間とともに変化する乗数であり、歯のかみ合い始めからかみ合い終わりまでの歯のこわさを周知の公式にしたがって計算し、フーリエ変換によりサイン波に置き換えて与えられる。尚、S 9 にて得られた各乗数を例えば出力装置 5 2 に出力すれば、設計者がこの乗数の大きさを確認して、モデルが適切に設定されているか否かを確認することができる。

#### 【 0 0 7 9 】

S 1 0 においては、上記 S 9 で算出された乗数を用いて最終段ギア対の振動運動方程式がたてられ、この振動運動方程式を解く計算が、例えばRunge-Kutta-Gill法を用いて行われる。

#### 【 0 0 8 0 】

ここで、S 1 0 における振動運動方程式について説明する。本実施の形態にお

いては、図4に示すように、最終ギアと駆動ギアとは、互いにバネで結合された円柱としてモデル化する。尚、図4で示したモデルにおいて、上記2つの円柱は互いに平行な中心軸を有するものであり、これらの中心軸に平行な軸方向を $z$ 軸方向、これらの中心軸を含む平面内でかつ上記 $z$ 軸に直行する軸方向を $x$ 軸方向、上記 $x$ 軸および $z$ 軸の両方に直行する軸方向を $y$ 軸方向と定義する。

#### 【0081】

すなわち、最終ギアは、半径 $r_{g1}$ の円柱であり、駆動時には $x$   $y$ 平面内で図中矢印にて示す方向にトルク $T_1$ を受けるものとする。また、上記最終ギアは、上記 $x$ 軸、 $y$ 軸、および $z$ 軸回りのそれぞれの回転方向にはバネ定数 $K_{\theta_{x1}}$ 、 $K_{\theta_{y1}}$ 、 $K_{\theta_{z1}}$ の巻きバネによる力を受け、重心の $x$ 軸、 $y$ 軸、および $z$ 軸に平行なそれぞれの移動方向にはバネ定数 $K_{x1}$ 、 $K_{y1}$ 、 $K_{z1}$ のバネによる力を受けるものとする。ここで、上記各バネ定数の値は、S9において算出された値が用いられる。

#### 【0082】

同様に駆動ギアは、半径 $r_{g2}$ の円柱であり、駆動時には $x$   $y$ 平面内で図中矢印にて示す方向にトルク $T_2$ を受ける。また、上記駆動ギアは、上記 $x$ 軸、 $y$ 軸、および $z$ 軸回りのそれぞれの回転方向にはバネ定数 $K_{\theta_{x2}}$ 、 $K_{\theta_{y2}}$ 、 $K_{\theta_{z2}}$ の巻きバネによる力を受け、重心の $x$ 軸、 $y$ 軸、および $z$ 軸に平行なそれぞれの移動方向にはバネ定数 $K_{x2}$ 、 $K_{y2}$ 、 $K_{z2}$ のバネによる力を受けるものとする。

#### 【0083】

また、駆動ギアには、ギア駆動系内において該駆動ギアの前段のギアから力（図4のモデルにおけるトルク $T_2$ ）が加わるものとする。さらに、最終ギアと駆動ギアとは、バネ（上述したギアの歯と歯に働くバネ定数を有する）によって結合され、互いに力を及ぼすものとしてモデル化されている。トルク $T_2$ およびギアの歯と歯に働くバネ定数は、振動運動方程式を示す後述する式(1)内で右辺の $\{F\}$ の中に式の一部として入れられる。

#### 【0084】

以上のモデルより得られる振動運動方程式を用いて、最終ギアの振動の振る舞いの時間変化を計算することができる。尚、上記振動運動方程式は、以下の式（

1) にて表される。また、式 (1) において、 $m$  は質量、 $\delta$  は変位、 $F$  は加重を示しており、 $[m]$ 、 $[k]$  は、上記図 4 に示されるモデルから導かれる質量および剛性マトリックスである。

【0085】

【数 1】

$$[m]\{\ddot{\delta}\} + [k]\{\delta\} = \{F\} \quad \cdots (1)$$

【0086】

本実施の形態においては、上記振動運動方程式を Runge-Kutta-Gill 法によって計算して上記モデルにて示される振動系の時間変化を求め、振動の周波数スペクトルを計算する。尚、振動の周波数スペクトルの計算は、図 3 のフローチャートでは S11～S12 の処理によって行われている。

【0087】

S11 においては、上記振動運動方程式を解くことによって得られた回転方向の変位置・加速度を、最終ギアおよびその駆動ギアのそれぞれについて抽出する。また、S11 にて抽出された変位置・加速度を、例えば出力装置 52 に出力すれば、設計者がこの変位置・加速度の大きさを確認して、モデルが適切に設定されているか否かを確認することができる。尚、上記 S11 において、回転方向の変位置・加速度だけでなく、 $x$ 、 $y$ 、 $z$  軸それぞれの並進方向についての変位置および加速度の算出も可能であるが、本発明は感光体から転写される画像に対するピッチムラの解析を目的としているため、画像に影響される回転方向のみの計算を行っている。

【0088】

S12 においては、上記 S11 にて抽出された変位置・加速度からフーリエ変換によって最終ギアにおける周波数成分およびその振幅を算出する。そして、この周波数成分およびその振幅に基づき、ギア駆動系における振動との相関性を示す振動周波数と振幅とを求める。尚、ここで求められる振幅とは、フーリエ変換の計算上、振幅の絶対値は求められず、実際には相対振幅強度（無次元の値）として算出されるものである。

**【0089】**

こうして、本実施の形態に係るギア駆動系設計システムでは、最終ギアの周波数成分幅を出力するので、振動における特徴的な振動周波数を容易に把握することができる。尚、上記S11およびS12の処理は、計算手段55によって行われる。

**【0090】**

S13においては、S12で得られた振動周波数および振幅が、計算手段55より比較手段56に出力され、希望の振動周波数および振幅と比較される。得られた振動周波数が希望の振動周波数以下となるか、または、得られた振動の振幅が希望の振幅以下となった場合には、設計されたギア駆動系において発生する振動は許容範囲内にあるものと判断され、処理を終了する。尚、希望の振動周波数および振幅は、入力装置51から設計者が入力するものであってもよく、あるいは、本ギア駆動系設計システムを動かすプログラム内において予め設定されているものであってもよい。

**【0091】**

上記S13において、S12で得られた振動周波数および振幅の両方が希望の振動周波数および振幅よりも大きくなった場合、S14において、S8にて初期入力特性として設定された特性に設定変更が加えられた後、S9に戻ってS9～S13の処理を繰り返す。S14での設定変更は、特性変更手段57の制御によって特性設定手段54において設定されているギア特性が他の値に再設定されることによって行われる。

**【0092】**

また、S14での設定変更は、本ギア駆動系設計システムを動かすプログラムによって自動的に設定変更されるものであってもよく、あるいは、入力装置51からのユーザの指示に応じて行うようにしてもよい。

**【0093】**

こうして、上記S13において、振動周波数または振幅の少なくとも一方が希望の値よりも小さくなった時点で、特性設定手段54に設定されているギア特性が、ギア駆動系における振動防止の考慮された最適ギア特性として出力される。



**【0094】**

以上のように、本実施の形態に係るギア駆動系設計システムによれば、最終ギアにおける振動の周波数および振幅が所望のものとなるようなギア特性を、実際に駆動系を作製することなく求めることができる。

**【0095】**

以上のようにして得られた結果の一例を図5に基づいて説明する。

**【0096】**

図5(a)～図5(c)は、最終ギアの軸径を5mm、6mm、7mmとそれぞれ異なる値に設定した場合に得られる、最終ギアにおける回転方向の振動の周波数スペクトルを示すものである。尚、図5(a)～図5(c)において、横軸は周波数成分、縦軸は振幅（すなわち相対振幅強度）を示している。

**【0097】**

ここで、図5(a)にて示される周波数スペクトルは、S8にて抽出された振動防止の考慮されていないギア特性（すなわち初期入力設定）に基づいて算出された周波数スペクトルであるとする。図5(a)においては、振幅の最も大きい周波数成分は約35Hzであり、このときの振動周波数は約35Hz、その振幅は約1.3mmとして求められる。

**【0098】**

そして、このときの振動周波数および振幅が、共に希望の値を超えるものであった場合、特性設定手段54において設定されているギア特性の何れかがパラメータとして設定変更され、その設定変更されたギア特性に基づいて再度周波数スペクトルが算出される。ここでは、最終ギアの軸径が設定変更されるパラメータであるとする。図5(b)および図5(c)は、最終ギアの軸径が設定変更された後、再度算出された周波数スペクトルを示すものとする。

**【0099】**

図5(a)～図5(c)から分かるように、最終ギアの軸径を大きい方に変化させると、振動を生ずる周波数におけるスペクトル成分が減少することが分かる。すなわち、最終ギアの軸径を大きい方に変化させると、ギア駆動系において生ずる振動の振幅が減少する。したがって、この結果より、最終ギアの軸径は大き

い方に設定することが好ましく、最終ギアにおいてハス歯歯車やモジュールの小さい歯車を使用することなく、振動の発生が抑制されたギア駆動系を設計することが可能であることが分かる。

#### 【0100】

尚、周波数スペクトルの再計算時に設定変更するパラメータは、上記例における最終ギアの軸径に限られるものではない。これ以外に、設定変更することによって振動周波数または振幅を低減させることができるギア特性であれば、周波数スペクトルの再計算時に設定変更するパラメータとして選択可能である。言い換えれば、最終ギアの軸径をパラメータした場合と同様に、他のギア特性についても、そのギア特性を変化させた場合の最終ギアにおける振動の周波数スペクトルの変化を見ることによって、好ましい特性値を得ることができる。

#### 【0101】

さらに、上記ギア駆動系設計システムにおけるシミュレーションの妥当性を評価した結果を図6および図7を参照して説明する。図6および図7において、横軸は周波数（但し、図6（a）では空間周波数）、縦軸は相対振幅強度を示している。

#### 【0102】

ここで、以上のようにギア特性値を変化させる前の、画像形成装置において使用されている実物のギア駆動系において生ずる振動の周波数スペクトルを測定した実験結果を図6（a）に示す。また、上記実物のギア駆動系におけるギア特性値を用いて、本実施の形態のギア駆動系設計システムによって計算した結果、得られる周波数スペクトルを図6（b）に示す。尚、図6（a）における横軸で、Frequency[lp/mm]となっているのは空間周波数のことであり、これにプロセススピード（この例では88mm/s）をかけると周波数となる。

#### 【0103】

一方、本実施の形態に係るギア駆動系設計システムによって得られた好ましいギア特性値における、該ギア駆動系設計システムでの計算によって得た周波数スペクトルを図7（a）に示す。また、ギア駆動系設計システムによって得られた上記ギア特性値を用いて実際にギア駆動系を製作し、製作された実物のギア駆動

系において生ずる振動の周波数スペクトルを測定した実験結果を図 7（b）に示す。

#### 【0104】

図 6 および図 7 から分かるように、本実施の形態のギア駆動系設計システムによって得られる周波数スペクトルと実験結果とは非常によい一致を見せることが分かる。これにより、本実施の形態に係るギア駆動系設計システムの妥当性が評価された。

#### 【0105】

すなわち、図 6 と図 7 とを比較して分かるように、本発明のギア駆動系設計システムを用いて得たギア特性値によって画像形成装置のギア駆動系を形成すれば、駆動系の最終ギアにおいて生ずる振動を減少させて、画質を高めた画像形成装置を得ることができる。

#### 【0106】

また、上記ギア駆動系設計システムを用いてギア駆動系の設計を行えば、実際の画像形成装置を作製しなくても、最終ギアの振動の振る舞いをシミュレーションしながらギア特性を計算することによって振動の防止できる最適ギア特性を得ることができるので、ギア駆動系の設計を容易かつ効率的に行うことができる。

#### 【0107】

尚、本実施の形態に係るギア駆動系設計システムにおいて、その演算は各ギアの設計工程と振動防止用最適ギア特性の算出工程との 2 段階の演算工程によって構成されているが、本発明は少なくとも振動防止用最適ギア特性の算出工程を含むギア駆動系設計システムであればよい。本発明のギア駆動系設計システムが振動防止用最適ギア特性の算出工程のみからなる場合、特性設定手段 54 において設定される設定入力特性は、入力手段 51 を介して設計者が直接入力するような構成が考えられる。

#### 【0108】

また、本実施の形態に係るギア駆動系設計システムにおいては、画像形成装置のギア駆動系の設計について説明したが、本発明はこれに限るものではなく、その他のギア駆動系の設計にも用いることができる。

## 【0109】

尚、本発明は、本発明のギア駆動系設計システムの各手段としてコンピュータを機能させるプログラム、及びこのプログラムが記録されたコンピュータ読み取り可能な記録媒体をも含むものである。

## 【0110】

なお、上記記録媒体としては、マイクロコンピュータで処理が行われるために図示していないメモリ、例えばROM (Read Only Memory) のようなものそのものがプログラムメディアであっても良いし、また、図示していないが外部記憶装置としてプログラム読み取り装置が設けられ、そこに記録媒体を挿入することで読み取り可能なプログラムメディアであっても良い。

## 【0111】

いずれの場合においても、格納されているプログラムはマイクロプロセッサがアクセスして実行させる構成であっても良いし、あるいは、いずれの場合もプログラムを読み出し、読み出されたプログラムは、マイクロコンピュータの図示されていないプログラム記憶エリアにダウンロードされて、そのプログラムが実行される方式であってもよい。このダウンロード用のプログラムは予め本体装置に格納されているものとする。

## 【0112】

ここで、上記プログラムメディアは、本体と分離可能に構成される記録媒体であり、磁気テープやカセットテープ等のテープ系、フロッピーディスクやハードディスク等の磁気ディスクやCD-ROM/MO/MD/DVD等の光ディスクのディスク系、ICカード（メモリカードを含む）／光カード等のカード系、あるいはマスクROM、EPROM(Erasable Programmable Read Only Memory)、EEPROM(electrically Erasable Programmable Read Only Memory)、フラッシュROM等による半導体メモリを含めた固定的にプログラムを担持する媒体であっても良い。

## 【0113】

また、本実施の形態においては、インターネットを含む通信ネットワークを接続可能なシステム構成とし、通信ネットワークからプログラムをダウンロードす

るように流動的にプログラムを担持する媒体であっても良い。なお、このように通信ネットワークからプログラムをダウンロードする場合には、そのダウンロード用のプログラムは予め本体装置に格納しておくか、あるいは別な記録媒体からインストールされるものであっても良い。

#### 【0114】

##### 【発明の効果】

本発明のギア駆動系設計システムは、以上のように、ギア駆動系のギア特性値を設定する設定手段と、上記設定手段において設定されているギア特性値に基づき、上記ギア駆動系の最終ギアにおいて発生する振動をシミュレーション計算する計算手段と、上記計算手段のシミュレーション計算によって求められた最終ギアにおける振動が許容範囲内のものであるか否かを判定する判定手段と、上記判定手段によって最終ギアにおける振動が許容範囲内のものでないと判定された場合に、上記設定手段において設定されているギア特性値を変更する設定変更手段とを備えている構成である。

#### 【0115】

それゆえ、上記ギア設定手段において設定されるギア特性値は、そのギア駆動系における振動防止が考慮されているものではなく、上記ギア駆動系設計システムでは、このギア特性値に対して上記設定変更手段、計算手段、および判定手段における処理を繰り返し実行することで、このギア特性値を振動防止の考慮されたものに修正することができるという効果を奏する。

#### 【0116】

また、このギア駆動系設計システムにおいて設計されたギア駆動系においては、該ギア駆動系を構成する各ギアにおいて、ハス歯歯車やモジュールの小さな歯車を用いることなく振動の発生を抑制することができるという効果を併せて奏する。

#### 【0117】

また、上記ギア駆動系設計システムにおいては、上記計算手段は、上記設定手段において設定されているギア特性値を用いて、上記ギア駆動系内の所定の振動系の振動運動方程式を作成する方程式作成手段と、上記方程式作成手段によって

作成された振動運動方程式を解いて、上記振動系の振動周波数および振幅を求める方程式解析手段とからなり、上記判定手段は、上記方程式解析手段によって求められた振動周波数および振幅の少なくとも一方が許容範囲内の値である場合に、最終ギアにおける振動が許容範囲内のものであると判定する構成とすることができる。

#### 【0 1 1 8】

それゆえ、上記計算手段では、上記振動系の振動における特徴的な振動周波数を容易に把握することができ、また、上記判定手段では、最終ギアにおける振動が許容範囲内のものであるか否かの判定を容易に行うことができるという効果を奏する。

#### 【0 1 1 9】

また、上記ギア駆動系設計システムにおいては、上記方程式作成手段で用いられる振動系は、ギア駆動系の最終ギアとその駆動ギアとのギア対からなる振動系である構成とすることができる。

#### 【0 1 2 0】

それゆえ、上記設定変更手段、計算手段、および判定手段における処理は最終ギアとその駆動ギアとのギア対のみに対して行うことで、設定すべきギア特性値を減らせるとともに、計算を簡略化できるという効果を奏する。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本発明の一実施形態を示すものであり、ギア駆動系設計システムの構成を示すブロック図である。

##### 【図 2】

上記ギア駆動系設計システムにて設計可能なギア駆動系を搭載する画像形成装置の概略構成を示す断面図である。

##### 【図 3】

上記ギア駆動系設計システムの動作を示すフローチャートである。

##### 【図 4】

上記ギア駆動系設計システムで演算される振動系のモデルを示す斜視図である

。

#### 【図 5】

上記ギア駆動系設計システムでの演算結果の一例を示すものであり、図 5（a）～図 5（c）は、最終ギアの軸系を異ならせた場合の最終ギアの周波数スペクトルを示すグラフである。

#### 【図 6】

図 6（a）は実物のギア駆動系において発生する振動の実験結果を示すグラフであり、図 6（b）は上記実物のギア駆動系におけるギア特性値を用いて上記ギア駆動系設計システムでのシミュレーションにて算出した周波数スペクトルの結果を示すグラフである。

#### 【図 7】

図 7（a）は上記ギア駆動系設計システムで得られた最適ギア特性の特性値における周波数スペクトルのシミュレーション結果を示すグラフであり、図 7（b）は上記ギア駆動系設計システムで得られた最適ギア特性値を用いて製造された実物のギア駆動系において発生する振動の実験結果を示すグラフである。

#### 【図 8】

従来のギア駆動系における一例を示す断面図である。

#### 【図 9】

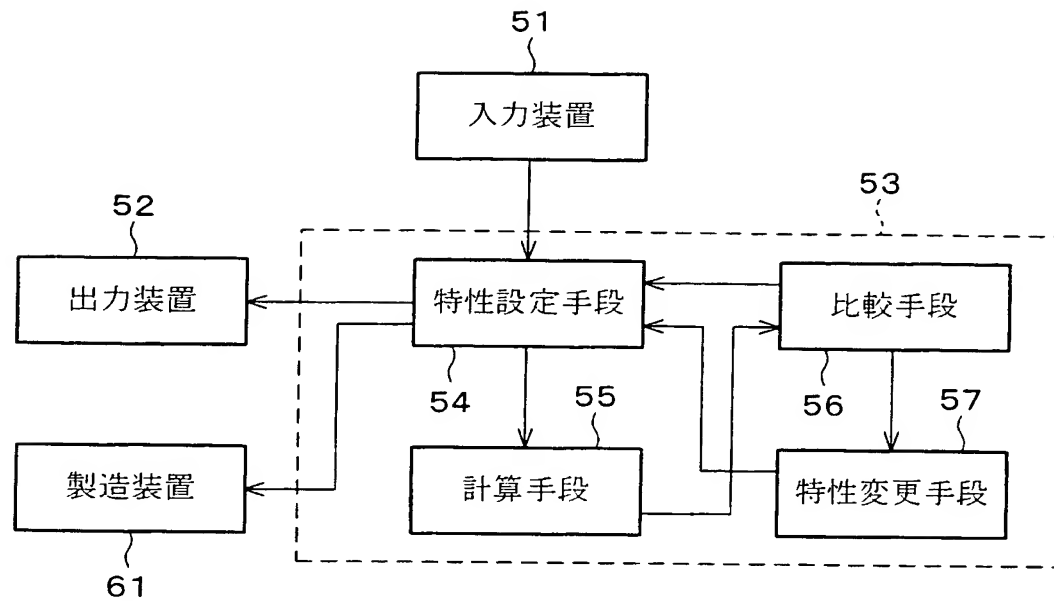
従来のギア駆動系における他の例を示す断面図である。

#### 【符号の説明】

- 5 3 演算装置（ギア駆動系設計システム）
- 5 4 特性設定手段（設定手段）
- 5 5 計算手段（計算手段・方程式作成手段・方程式解析手段）
- 5 6 比較手段（判定手段）
- 5 7 特性変更手段（設定変更手段）

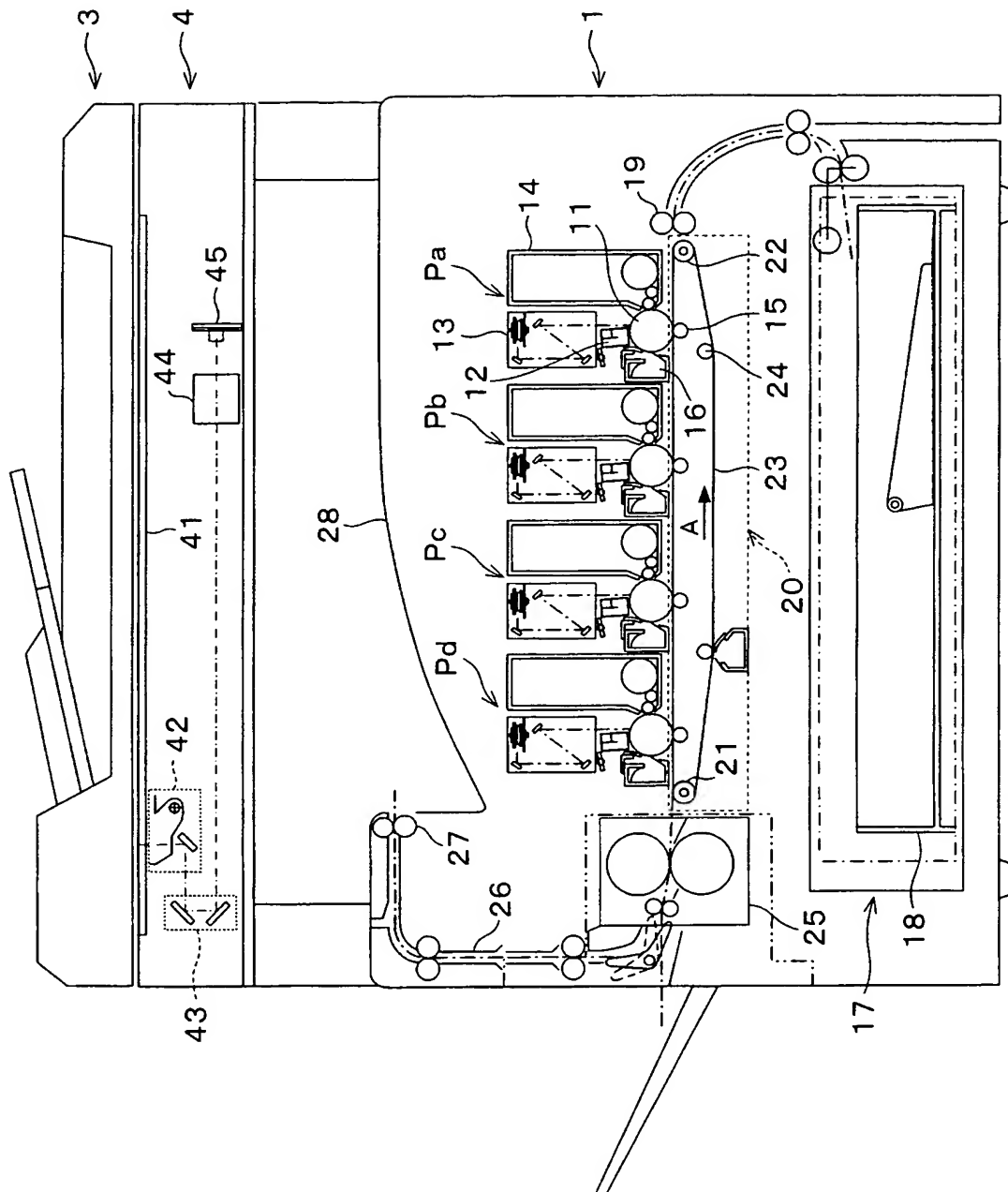
【書類名】 図面

【図 1】

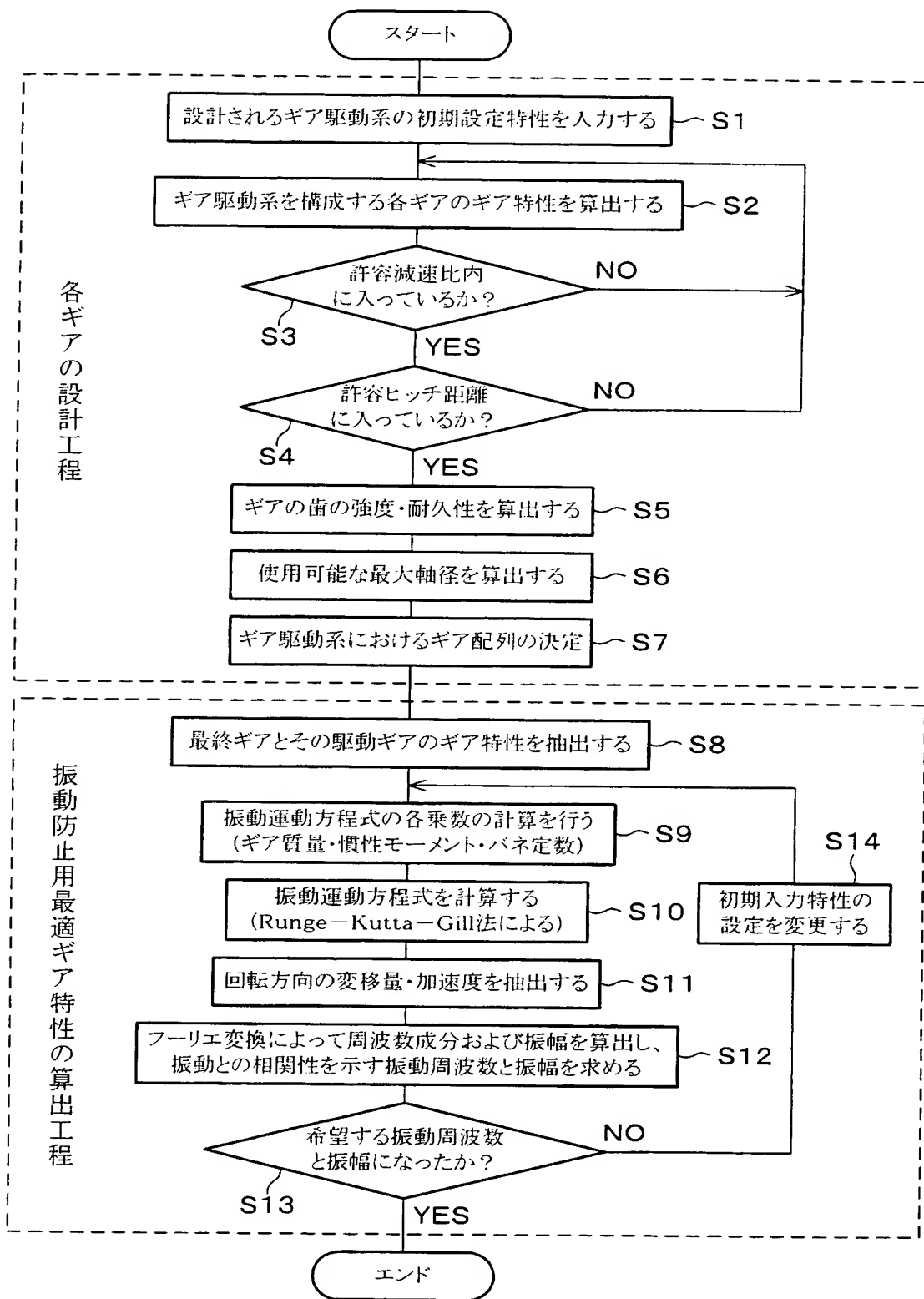




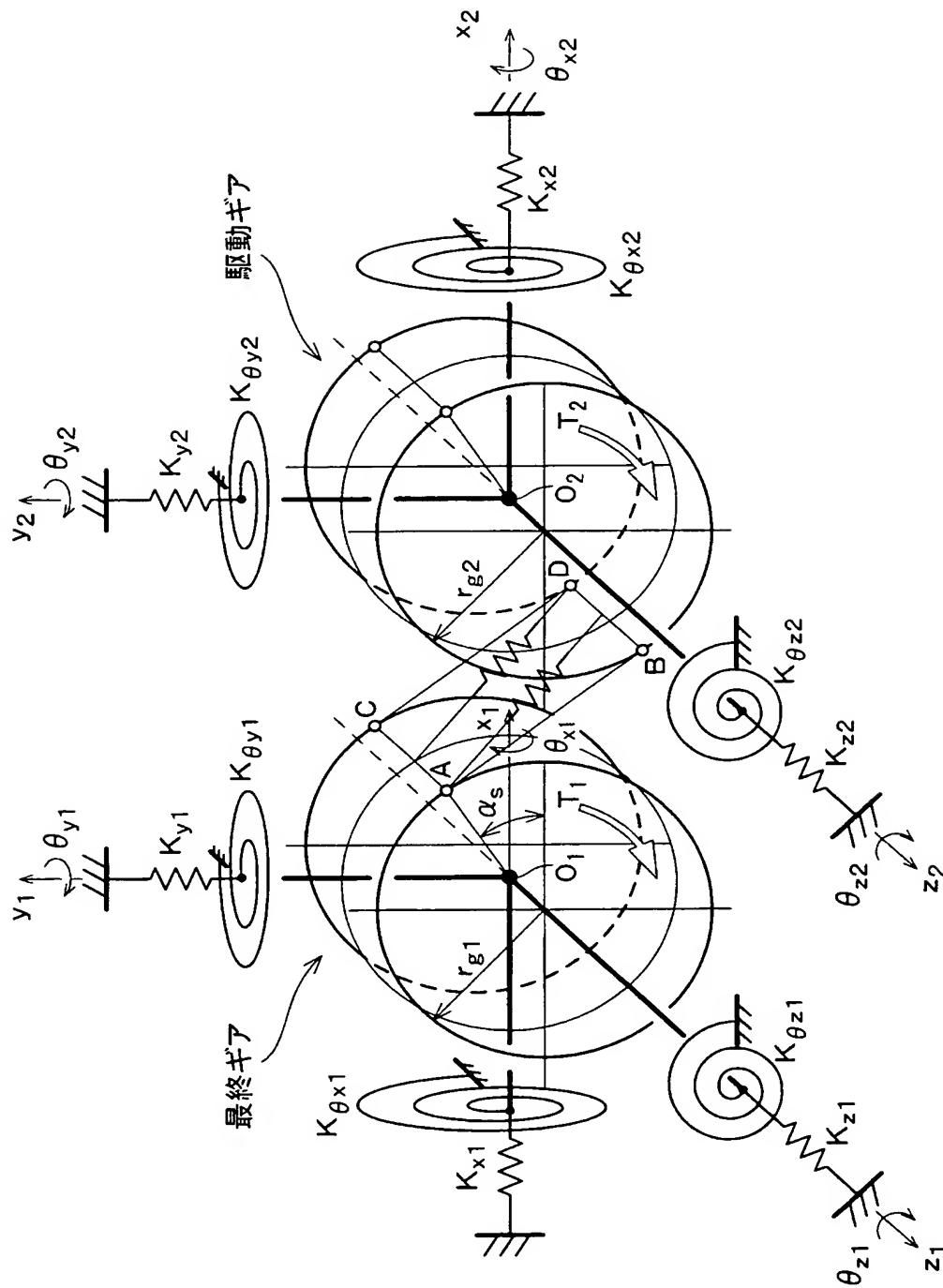
【図 2】



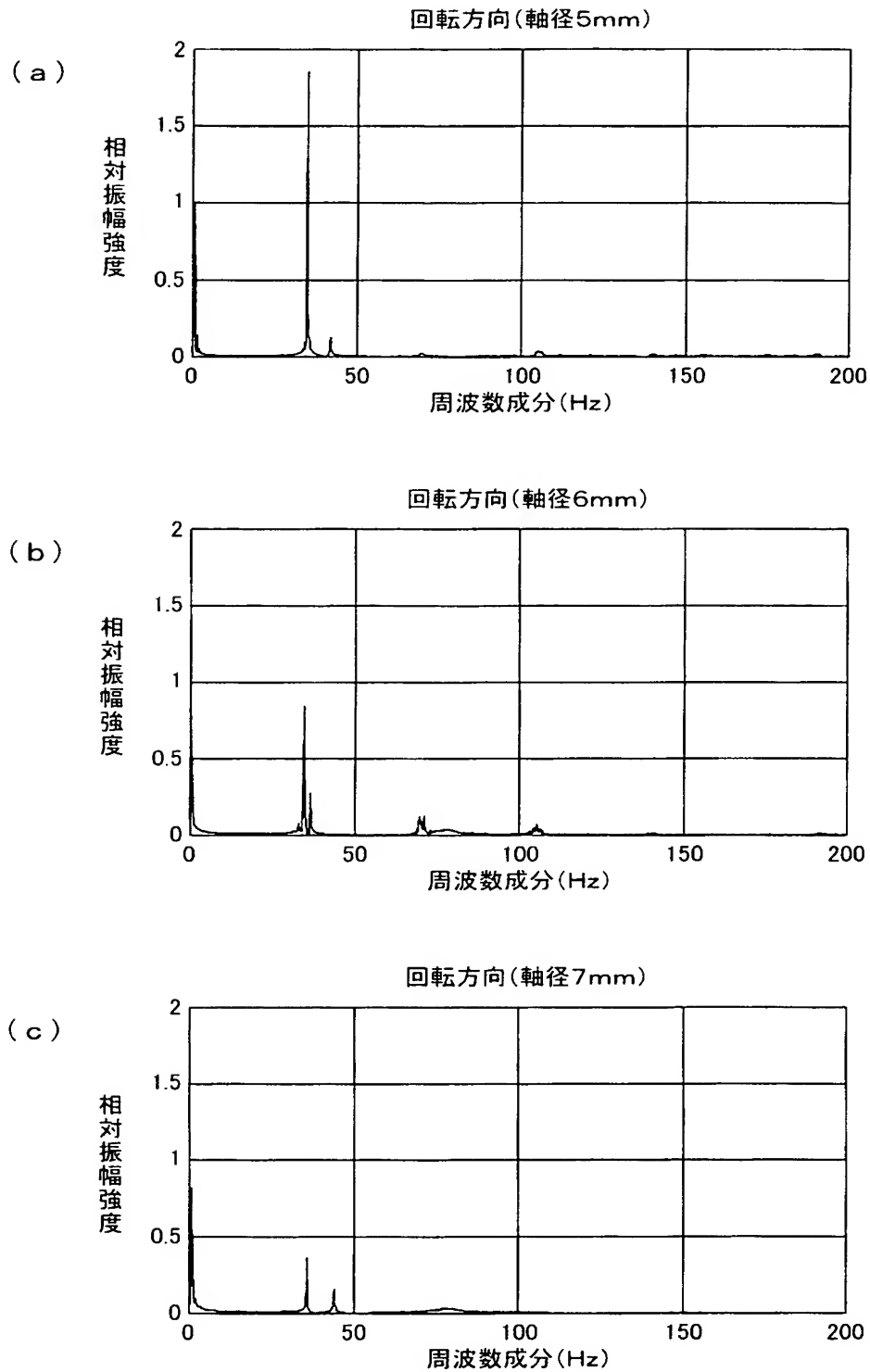
【図 3】



【図 4】

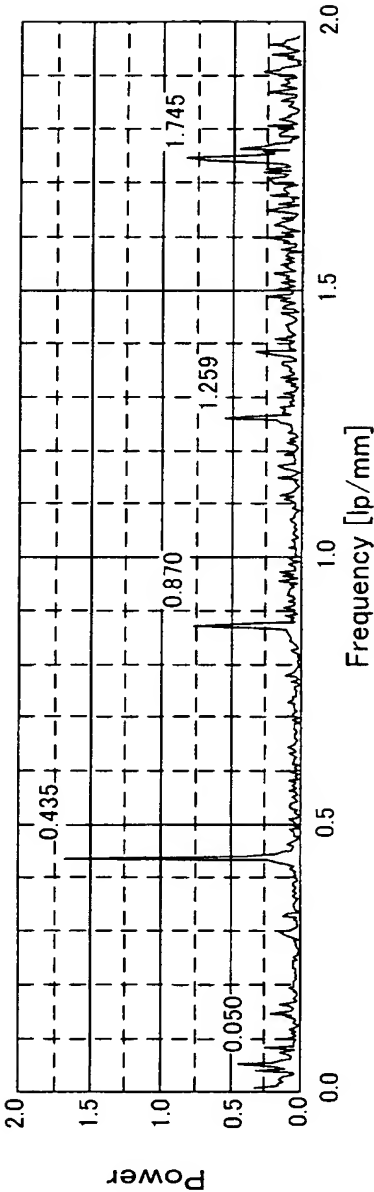


【図 5】



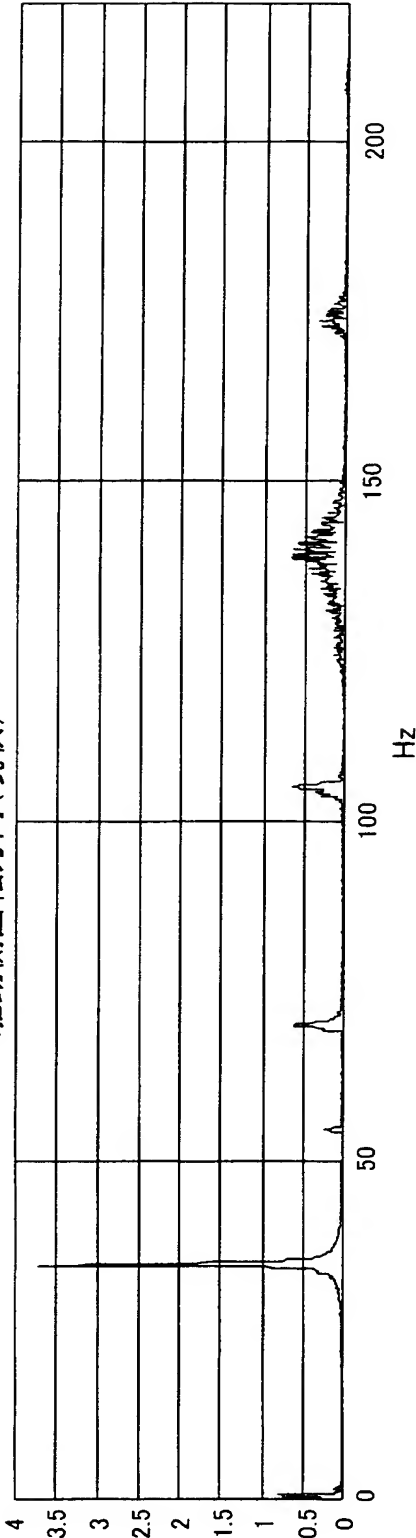
【図 6】

(a) 実験結果 (現状)

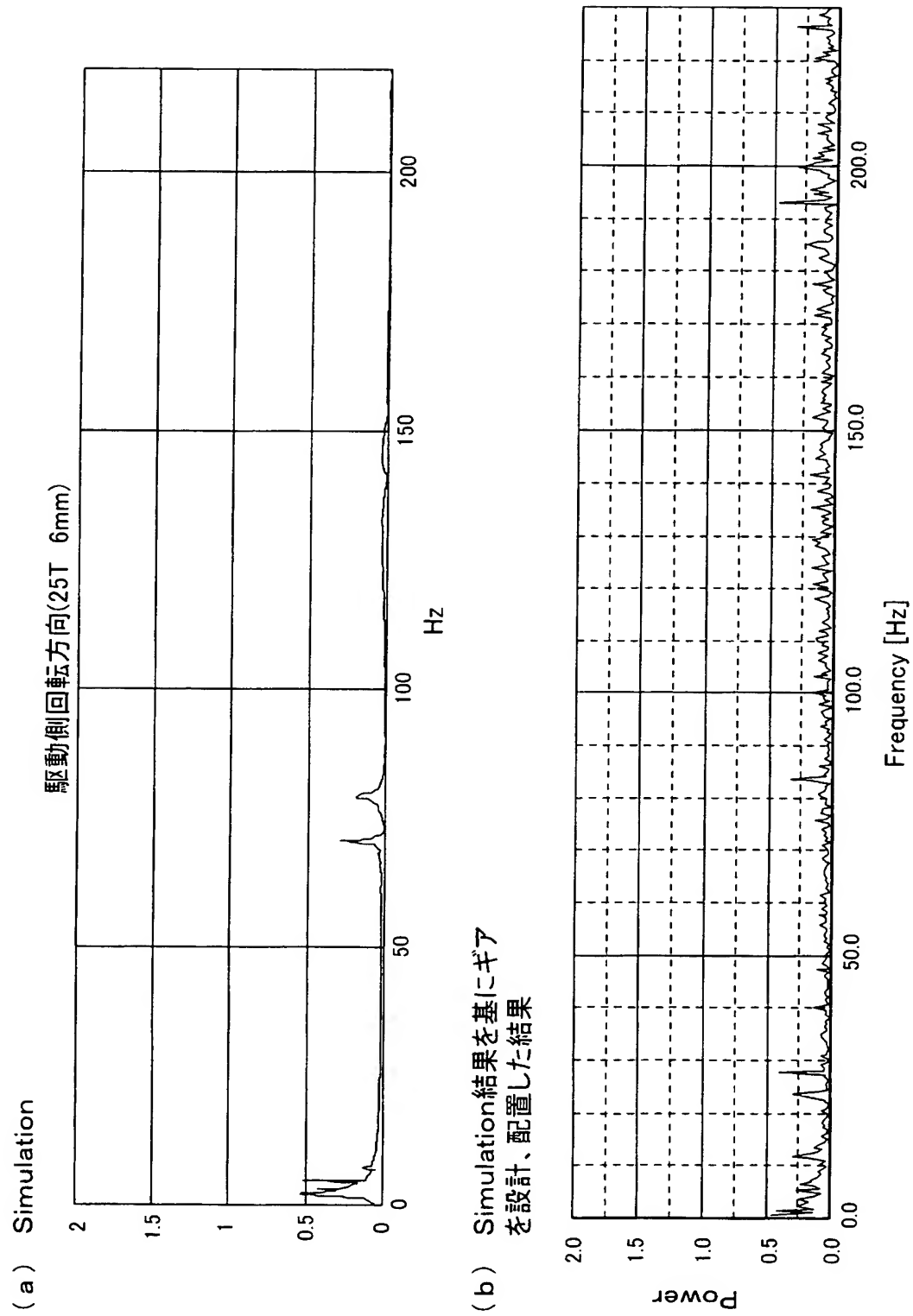


(b) Simulation結果 (現状)

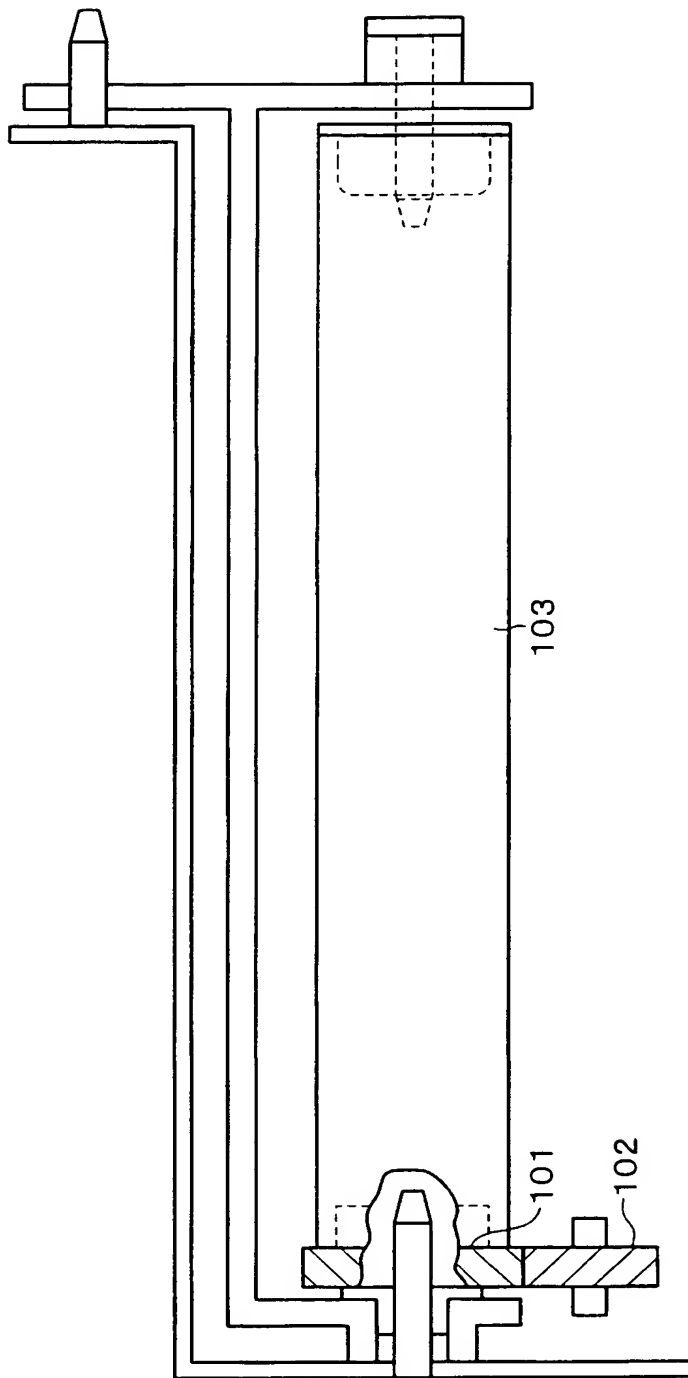
駆動側回転方向 (現状)



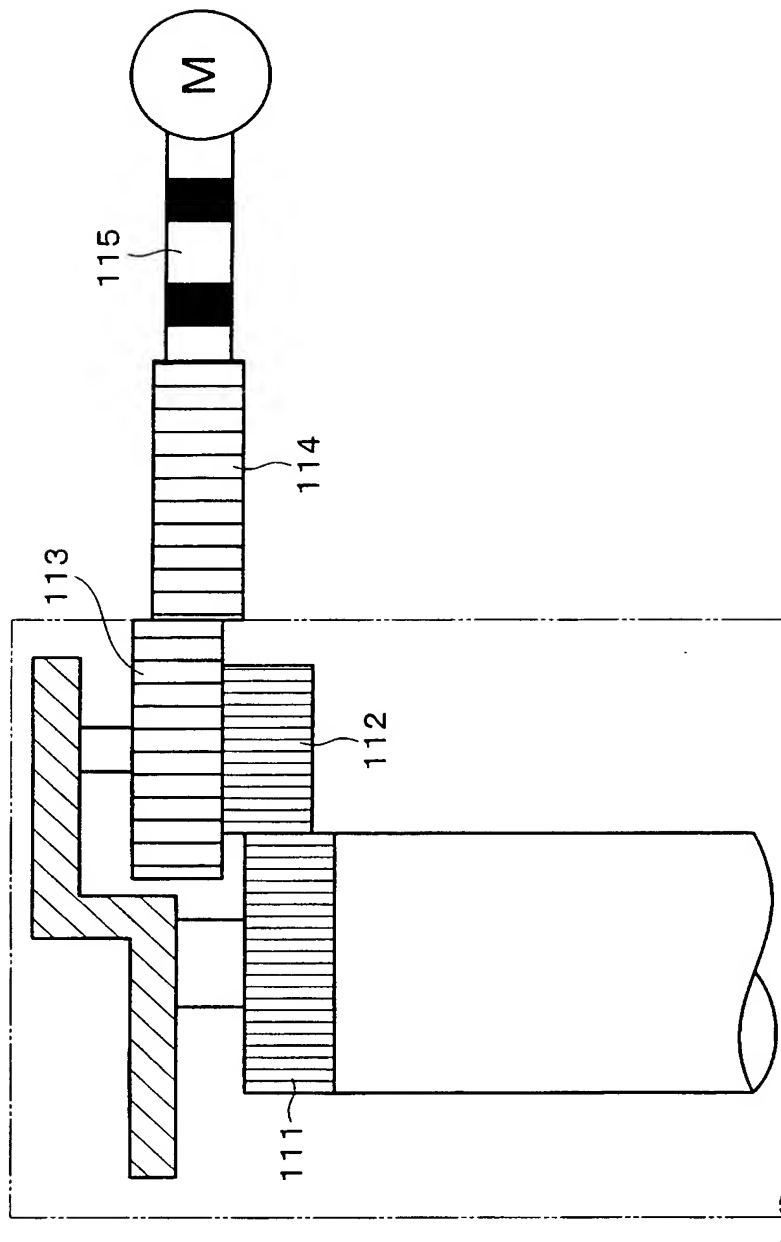
【図 7】



【図 8】



【図 9】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 振動の発生が抑制されたギア駆動系の設計を可能とする。

【解決手段】 特性設定手段 5 4 において振動防止について考慮されていないギア特性値が設定されると、この設定されたギア特性値に基づき、ギア駆動系の最終ギアにおいて発生する振動が計算手段 5 5 においてシミュレーション計算される。そのシミュレーション結果における振動系の振動周波数および振幅は比較手段 5 6 において許容範囲内の値であるか否かが判定され、許容範囲内でない場合には、特性変更手段 5 7 においてギア特性値の設定が変更された後、再度、計算手段 5 5、比較手段 5 6 の処理が行われる。比較手段 5 6 において振動系の振動周波数または振幅が許容範囲内であると判定されるまで、特性変更手段 5 7、計算手段 5 5、比較手段 5 6 での処理が繰り返される。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 2 9 9 5 7 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 0 4 9 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号

氏 名

シャープ株式会社